SAE Leipzig

Christian Müller (Hochschulleiter)
AEDS 607

BELEGARBEIT

Analoge Schallspeicherung

Vorgelegt von: **Benjamin E.G. Gruber**
geboren am: **12. Juli 1984** in: **Rodewisch**

Betreuer: **Thoralf Kuhl**
Verantwortlicher Hochschullehrer: **Joachim Theiss**
Tag der Einreichung: **29. Februar 2008**

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
DMM	engl: Direct Metal Mastering - ein Herstellungsverfahren für Schallplatten
evtl.	eventuell
fps	engl: Frames per Second
i.d.R.	in der Regel
kHz	Kilo Hertz (1000:1 Hertz) - Einheit für Frequenz
lt.	laut
mm	milli Meter (1:1000 Meter) - Einheit für Längenmaß
mV	milli Volt (1:1000 Volt) - Einheit für elektr. Spannung
o.ä.	oder ähnliche/n/m/r/s
PS	Polystyrol - u.a. ein Werkstoff für Schallplatten
PVC	Polyvinylchlorid - u.a. ein Werkstoff für Schallplatten
S/W	Schwarz-Weiß
sog.	sogenannt/e/er/es/en

u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
URL	Uniform Resource Locator - Internetadresse
z.B.	zum Beispiel

Vorwort

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Themenkomplex der Schallspeicherung. Das Hauptaugenmerk soll dabei hauptsächlich auf der analogen Schallspeicherung beruhen. Dabei soll näher auf *die* Bereiche eingegangen werden, die einen noch nicht so allgemein gültigen Bekannheitsgrad (lt. Ansicht des Autors) erreicht haben, wie evtl. andere (*Beispiel: Lichtton*).

Der Autor erhebt keinen Anspruch auf eine Allumfassendheit seiner Arbeit. Aufgrund der Komplexität des Themenbereichs kann an diesem Punkt leider nicht genauer auf *alle* Details *aller* Teilbereiche eingegangen werden.

Grundlagen

Was ist nötig, um Schall dauerhaft bzw. über längere Zeit zu speichern?

Im Modell betrachtet ist Schall nichts weiter als eine Druckschwankung, welche sich wellenförmig in einem Medium ausbreitet. Im Regelfall handelt es sich hierbei um Luft, also ein gasförmiges Medium. Es ist aber genau so möglich, dass sich Schall in Flüssigkeiten, wie beispielsweise Wasser oder sogar in Festkörpern ausbreitet. Im Folgenden wird das Hauptaugenmerk auf der Ausbreitung in Luft liegen.

Wie bereits vorher schon beschrieben, handelt es sich bei Schall um eine Druckwelle mit wechselhafter Intensität. Diese ist in ihrer Form zeitlich und örtlich begrenzt. Da die Welle nur eine bestimmte Zeit besteht, sich dynamisch fortbewegt und in diesem Sinne keine statischen Eigenschaften besitzt, wäre es sehr von Vorteil, wenn man diese Wellen „einfangen" könnte, um sie später beliebig oft und möglichst genau reproduzieren zu können.

Wellen bedienen sich der Materie als Behelf für ihre Fortbewegung. Sie sind aber in keinem Fall selbst als die Materie zu betrachten. Die Schallinformation kann also nicht in dem Sinne gespeichert werden, dass man das Medium (in unserem Fall: Luft) konserviert. Die Auswirkungen einer Welle können nur an und in diesem Medium gemessen werden. Eine mögliche Methode ist die, mechanische

Schwingungen der Luftmolküle analog reproduzierbar zu machen. Dies wird in der Praxis über sogenannte Schallwandler realisiert.

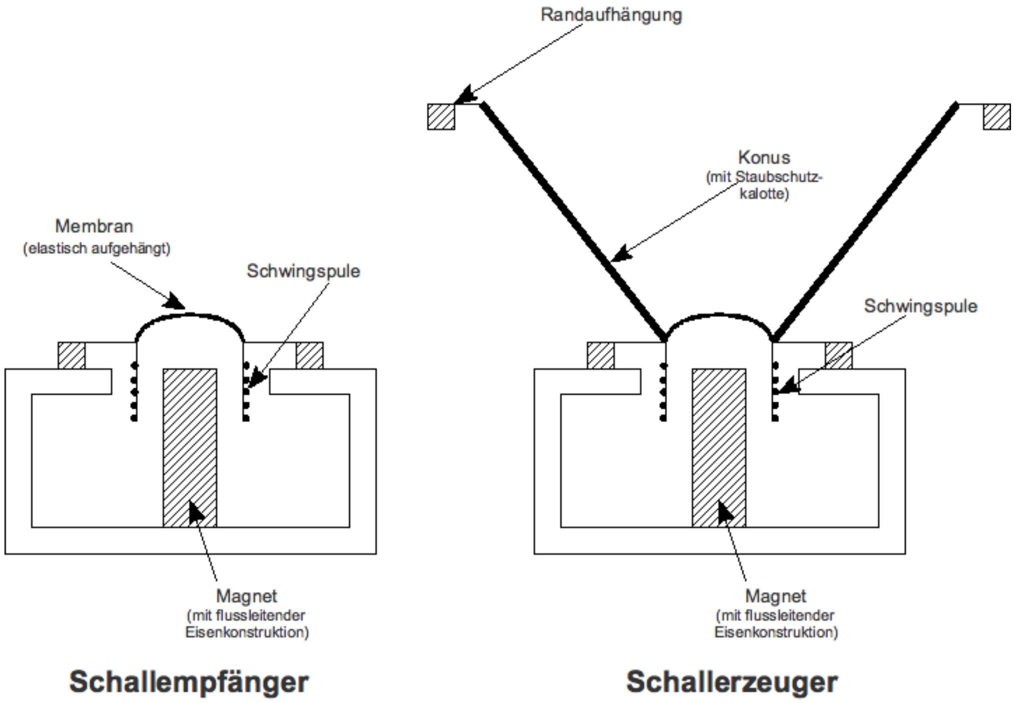


Abb. 0.1: **Schallwandler**
(schematische Darstellung)

Schallwandler (*Abb. 0.1*)[1] wandeln, wie es der Name schon andeutet, die mechanischen Schwingung der Luftmoleküle in andere Schwingungen um. Klassische Beispiele sind hier das Mikrofon (*Abb.0.1 links*), welches mechanische Schwingung in elektrische Spannungsschwingungen umwandelt und als sog. Schallempfänger dient. Das Gegenstück dazu ist der Laustsprecher (*Abb. 0.1 rechts*). Er dient als Schallerzeuger und kann elektrische Spannungen wieder in mechanische Schwingungen, also Schallwellen zurückwandeln.

[1]nach ALTENDORFER (2006) S. 363 und 371

Analoge Schallspeicherung

Kapitel 1
1 Nadeltonverfahren

1.1 Allgemeines

Das Nadeltonverfahren zählt zu den mechanischen Formen der Schallspeicherung. Mechanisch kann Schall auf Bändern, Walzen und Schallplatten gespeichert werden. Heutzutage (Stand: 2008) wird das mechanische Prinzip zur Speicherung, abgesehen von dem Nadeltonverfahren mit Schallplatten fast nicht mehr praktiziert. Im Folgenden soll das Nadeltonverfahren bei Schallplatten näher beschrieben werden.

Das Nadeltonverfahren bedient sich modulierender Rillen als Informationsträger. Es gibt sowohl eine Seitenmodulation, man spricht hierbei von der sog. Seitenschrift, als auch eine Tiefenmodulation, welche Tiefenschrift genannt wird.

Vorteile Das Nadeltonverfahren ist das einzige Verfahren, welches ohne Transformation in elektrische Größen auskommt, und ist auch wirklich rein mechanisch reproduzierbar, also ohne Zuhilfenahme elektrischer Verstärkeranlagen. Das Medium (Schallplatte) ist, anders als bei Magnetton und Magnetband unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Einflüssen und die Schallinformation ist praktisch ewig speicherbar.

Nachteile Das Medium, trotz dass es zu dem mechanische System gehört, ist relativ anfällig gegenüber mechanischer Beanspruchung. Wird eine Schallplatte sehr oft abgespielt, zeichnen sich Verschleiß und Deformation der Rillen ab. Eine kleine Unachtsamkeit beim Aufsetzen oder Abheben der Abtastnadel, kann schon eine partielle Zerstörung der Schallinformationen durch Kratzer o.ä. nach sich

ziehen. Das Medium ist nur einmal bespielbar und bietet keine Möglchkeit von Änderungen im Nachhinein.

1.2 Speicherung

Beim Nadeltonverfahren wird die Schallwelle analog, also „genauso wie sie ist" als Rille auf eine Platte aufgezeichnet. Dazu wird der Wellenverlauf mittels eines Schneidstichels in eine mit Speziallack überzogenen Metallplatte oder sogar direkt in Kupferplatten (DMM-Verfahren) eingeschnitten. Beim Schneideprozess bewegt sich der Arm mit dem Stichel in einer geraden Linie vom Rand der Platte zu deren Mitte mit konstanter Geschwindigkeit. Gleichsam lässt man die Schneidplatte darunter mit einer konstanten Geschwindigkeit rotieren. So entsteht der typisch spiralförmige Verlauf der Rillen auf Schallplatten.

Zur Wiedergabe wird eine Schallplatte wiederum mechanisch mittels einer Nadel abgetastet.

Beim LACKSCHNEIDEVERFAHREN wird mittels eines vorgeheizten Stichels die Information in eine Lackplatte geschnitten. Danach wird diese Platte mittels einer Silbernitratlösung versilbert. Da die Platte jetzt elektrisch leitfähig ist, kann die Platte galvanisch verkupfert werden. Das Ziel dieser Prozedur ist, ein Negativ der Lackplatte zu gewinnen, das mechanisch beanspruchbarer ist, als das weiche Material der Schnittplatte. Nach weiteren Arbeitsschritten erhält man daraus eine Pressmatrize, mit der nun die Informationen in Platten aus PVC oder PS gepresst werden können. Das Verfahren hat den Nachteil, dass die Klangqualität sehr stark von der Temperatur und Form des Schneidstichels, sowie von der Konsistenz des verwendeten Plattenmaterial abhängig ist.[1]

Beim DMM-VERFAHREN wird die Rille mittels eines Schneidstichels aus Diamant in eine ca. 0,8 mm dicke Stahlplatte mit aufgalvanisierter Kupferschicht (ca. 0,1 mm dick) eingeschnitten. Durch den Widerstand des Diamantschneidestichels an der Kupferschicht entsteht eine 80 kHz Ultraschallschwingung mit der die Rille moduliert wird. Dieses Zusammenspiel trägt entscheident zu einen besseren Rauschabstandes einer DMM-Platte bei.

Im Fall des DMM-Verfahrens ist die Schnittplatte gleichzeitig die sog. Mutterplatte, von der die Pressmatrize hergestellt werden kann. Das DMM-Verfahren hat der Lackschneidung gegenüber den Vorteil, dass von der Schnittplatte direkt eine

[1]vgl. DICKREITER (1997) S. 59f und 65

Matrize hergestellt werden kann. Es werden keine aufwendigen Zwischenschritte zur Herstellung einer Mutterplatte benötigt. Dieses Verfahren gewährleistet auch eine viel bessere Klangqualität, weil dadurch „weniger impulshafte Anteile, also weniger Knistern und Knacken" [2] im Störgeräusch enthalten sind, die bei einer Lackplatte u.a. durch den Versilberungsprozess entstehen.

1.3 Reproduktion

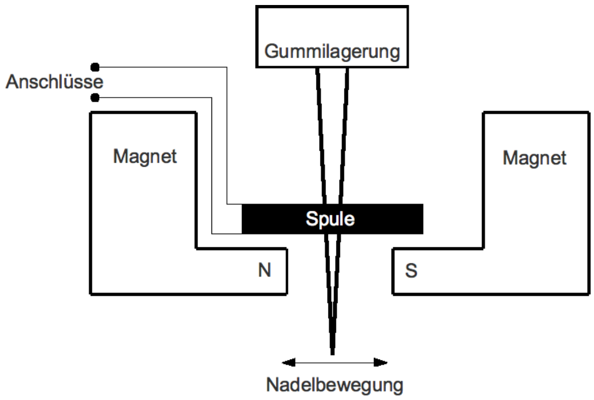


Abb. 1.1: **dynamisches Abtastsystem**

Zur Wiedergabe der Schallinformationen wird die Platte mechanisch abgetastet. Nur wird bei diesem Verfahren kein Schneidstichel sondern eine Nadel verwendet, die die zuvor eingeschnittene Rille abfährt. Dabei induziert die Nadelbewegung, d.h. die Bewegung der an der Nadel befindlichen Spule im Magnetfeld eine Spannung, welche proportional zu dem aufgezeichneten mechanischen Schwingungsmuster ist. (*Abb. 1.1*) Die daraus resultierende Ausgangsspannug liegt dabei bei wenigen mV. Bei dem hierbei beschriebenen System handelt es sich um ein sogenanntes DYNAMISCHES ABTASTSYSTEM.

Das PIEZOELEKTRISCHE SYSTEM enthält piezoelektrische Doppelplättchen mit elektrischen Anschlüssen. Diese Plättchen werden stark verbogen, wenn eine Nadel die Rillenmodulation weitergibt. Zwischen diesen Plättchen entsteht unter der mechanischen Beeinflussung eine Spannung, die zu der Rillenmodulation proportional ist. Über die elektrischen Anschlüsse kann diese Spannung an eine Verstärkeranlage weitergeleitet werden.

Bei einem MAGNETISCHEN ABTASTSYSTEM wird unter Verwendung einer feststehenden Induktionsspule ein Magnetfeld mittels der Abtastnadel moduliert. Die daraus entstehende Spannung kann wiederum über entsprechende Verstärkereinrichung und unter Zuhilfenahme von Schallwandlern hörbar gemacht werden.

Das MAGNETISCHE und PIEZOELEKTISCHE ABTASTSYSTEM erreichen aber nicht eine so hohe Qualität, wie das DYNAMISCHE ABTASTSYSTEM, da bei diesen Varianten der Verzerrungsgrad bedeutend höher liegt. Aus diesem Grund wird in Studios das dynamische Abtastsystem stärker bevorzugt.

[2] DICKREITER (1997) S. 66

Kapitel 2

2 Magnettonverfahren

2.1 Allgemeines

Beim Magnettonverfahren werden die Schallinformation, welche zuvor mittels Schallwandler (*vgl. S. 3f)* in eine elektrische Wechselspannung umgewandelt wurden, als partielle Polarisierung eines magnetisierbaren Materials gespeichert. Es wird die Zeitabhängigkeit der Amplitude des aufzuzeichnenden Signals durch eine Wegabhängigkeit der Magnetisierungsstärke ersetzt.[1]

Bereits 1923 wurde das Verfahren mit Stahlbändern als Trägermedium realisiert. Dennoch war dieses Verfahren der damaligen Wachsplatte immer noch qualitativ unterlegen und liefert eher schlechte Resultate. 1928 entstanden unter P. Pfleumer[2] erste Prototypen des Magnetbandes, welches in seinem Aufbau dem Heutigen sehr ähnlich war. Es wurde ein Tonträger entwickelt, der eine zweilagige Schicht besaß. Davon war eine unmagnetisch (Trägerschicht) und die andere eine magnetisierbare Schicht, die als Informationsträger dient. Als Träger können desweiteren andere magnetisierbare Körper, wie beispielsweise Magnetscheiben, Magnetdraht oder sogar Magnetkarten dienen. Dabei wird in dieser Arbeit das Hauptaugenmerk auf dem Tonband als Trägermaterial liegen.

Vorteile Das Magnettonverfahren bietet dem Nadel- und Lichtton gegenüber den Vorteil, dass das Trägermedium beinahe beliebig oft gelöscht und mit neuen Schallinformationen versehen werden kann. Die Informationen können auch beliebig modifiziert und ausgetauscht werden, da bei Bandmaterial die Möglichkeit besteht, Stellen herauszuschneiden.

[1]vgl. JOACHIM-FELIX LEONHARD (2001) S. 1373
[2]vgl. DICKREITER (1997) S. 6

Nachteile Aller Flexibilität des Verfahrens zum Trotz hat der Magnetton den Nachteil, dass die Magnetisierung zwar lange hält, aber eben nicht ewig. Mit zunehmender Zeit verliert das Material seine ursprüngliche Magnetisierung. Zudem ist das Material empfindlich gegenüber elektronmagnetischen Umwelteinflüssen und starken Magnetfeldern, wie sie beispielsweise von Spulen in Netzteilen o.ä. entstehen können.

2.2 Speicherung

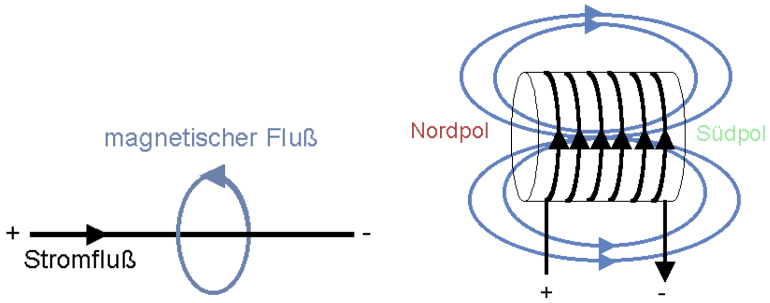


Abb. 2.1: **Leitermagnetfeld und Spule**

Wird elektrischer Leiter mit Strom durchflossen, erzeugt er rings um sich herum ein magnetisches Feld (*Abb. 2.1*). Die magnetischen Feldlinien sind immer in sich geschlossen. Ihre Dichte ist ein Maß für die Stärke des magnetischen Feldes. Wenn man den elektrischen Leiter zu einer Spule aufwickelt, so entsteht in dessen Inneren ein nahezu homogenes Magnetfeld. Die Feldinien verlaufen weitestgehend parallel und haben auch den gleichen Abstand zueinander (*Abb. 2.1*)

Wird nun dieses System wiederum in sich zu einem Ring geschlossen, so erhält man eine sog. Ringspule. (*Abb. 2.2 links)* Sie birgt in ihrem Inneren ein konstantes homogenes Magnetfeld. Dieses System ist die Voraussetzung für einen funktionierenden Tonkopf (*Abb. 2.2 rechts)*.

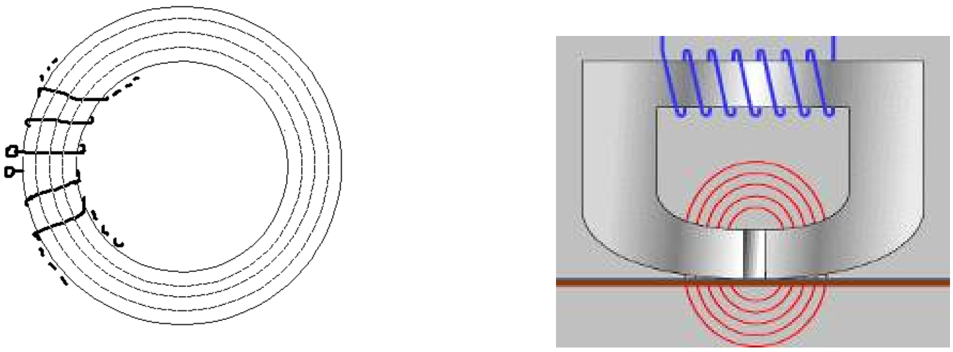


Abb. 2.2: **Ringspule (mit Feldlinien) und Magnet-Tonkopf**

Ein Tonkopf besteht aus einem ferromagnetischen[3] Material (z.B. Eisen) und ist im Prinzip nichts weiter, als eine Ringspule mit einem kleinen Luftspalt, aus dem das homogene Magnetfeld austreten kann und soll. Die Feldstärke ist umgekehrt proportional zur Größe des Luftspaltes. Da der Spalt in Wirklichkeit sehr winzig ist, tritt bei ihm ein Feld mit einer sehr hohen Feldstärke auf. Die Feldstärke ist so groß, dass sie aus dem Spalt austritt und über die Luft in das Tonbandmaterial eindringt. Dabei wird in dem Material die Magnetisierung gändert. Bewegt man das Material, so wird immer nur an der Stelle, an welcher sich der Luftspalt befindet die Magnetisierung geändert. Bei einem sich ändernden Magnetfeld, also einer sich ändernden Feldstärke am Luftspalt, erhält man auf dem Tonband ein Abbild des Wechselfeldes. Für das Besprechen eines Tonbandes, in unserem Fall dem Versehen mit Schallinformationen, wird bei Bandmaschinen i.d.R. ein sog. Sprechkopf oder auch Schreibkopf verwendet. Eine ähnliche Funktion erfüllt der Löschkopf. Anders als der Sprechkopf dient er dazu, eine konstante Magnetisierung des Materials herzustellen. Er löscht somit die Wechselfeldinformationen auf dem Band durch ein hochfrequentes Wechselfeld und bringt die Magnetpartikel wieder in ihre ursprüngliche Position zurück.

2.3 Reproduktion

Grundlage für die Schallreproduktion des Magnetverfahrens ist das Induktionsprinzip.

Für diese Aufgabe gibt es einen speziellen Wiedergabe- oder auch Repro-Kopf an einer Bandmaschine. Wird ein besprochenes Band an einem Wiedergabekopf vorbeigeführt, so schließt sich ein Teil der aus der Bandoberfläche austretenden

[3]hohe magnetische Leitfähigkeit

Feldlinien wegen der viel höheren magnetischen Leitfähigkeit des Kernmaterials über dem Tonkopf[4]. Dabei induziert der wechselnde magnetische Fluss eine Spannung in der Spule des Tonkopfes. Diese ist proportional zu dem magnetischen Fluss und zu der zuvor aufgezeichneten Schallinformation. Über entsprechende Audio-Verstärkeranlagen und Schallwandler (*S.3f*) können diese Informationen wieder in hörbare Schallwellen umgewandelt werden.

[4]vgl. DICKREITER (1997) S.26

Kapitel 3

3 Lichttonverfahren

3.1 Allgemeines

Der analoge Lichtton ist in den 30er Jahren enstanden. Bis heute (Stand: 2008) ist er noch ein Standardverfahren für die Tonaufzeichnung bei Kinofilmen. Der Lichtton wurde im Laufe der Jahre immer weiter verbessert. Anfangs reichte das Frequenzspektrum nur bis ca. 3kHz. Heute sind Frequenzen von 14kHz mittlerweile Standard und mit nachfolgend beschriebener Lasertechnologie lassen sich sogar Frequenzen bis zu 16kHz realisieren.

Position

Analoge Lichttonspuren befinden sich bei einem 35mm Film an der Seite zwischen der Perforation und den Filmbildern.

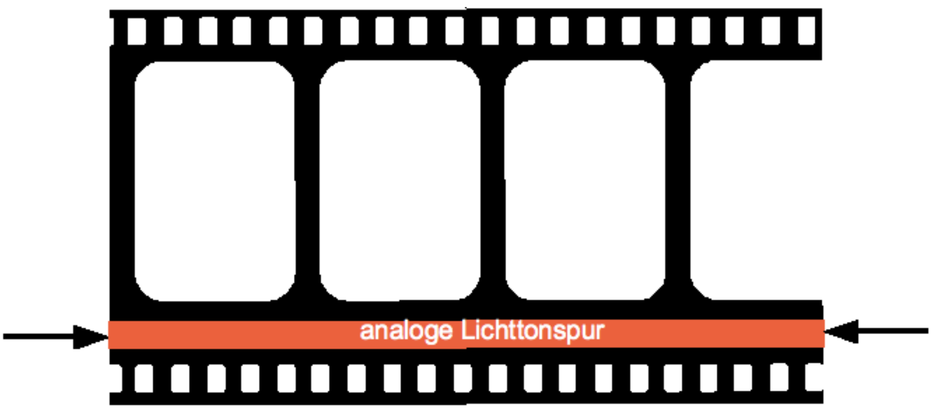


Abb. 3.1: **Position des Lichtons**

Die Schallinformation wird beim analogen Lichttonverfahren als eine veränderliche Schwärzung des Filmmaterials umgesetzt. Dies kann einfach durch „eine Variation der Lichtintensität in Abhängigkeit von der Signalspannung”[1] geschehen.

Dieses Verfahren wird als INTENSITÄTS- oder SPROSSENSCHRIFT (*Abb. 1.3. links*) bezeichnet und ist eine sehr frühe Entwicklung des analogen Lichttons, welche heute nicht mehr verwendet wird.

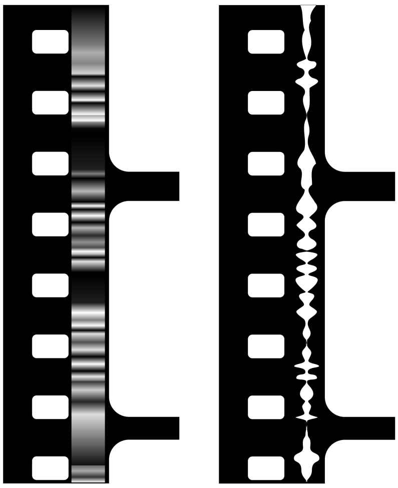


Abb. 3.2: **Lichttonspuren, mono**

Heutzutage wird beim analogen Lichtton die TRANSVERSAL- oder auch ZACKENSCHRIFT (Abb. *1.3.* rechts) verwendet. Im Gegensatz zur Intensitätsschrift treten hier keine Graustufen, sondern nur S/W-Konstraste auf. Dies ist dahingehend von Vorteil, dass die S/W-Werte der Zackenschrift einfacher reproduzierbar sind, als Graustufenwerte der Intensitätsschrift. Bei der Transversalschrift wird in Abhängigkeit von der Spannung die vollständig geschwärzte Fläche mehr oder weniger groß, während der Restbereich transparent bleibt.

Vorteile Beim analogen Lichtton ist neben der Bildinformation auch noch die Toninformation optisch kopierbar und kann somit quasi kostenlos beim Bildkopierprozess mit vervielfältigt werden. Des weiteren besitzt Lichtton aufgrund des verwendeten Mediums eine höhere DOKUMENTENECHTHEIT[2] als Magnetton und ist nicht so einfach zu löschen wie Letzterer. Er besitzt somit eine interessante Eigenschaft, welche Lichtton für Langzeitarchivierung von Audiomaterial attraktiv macht.

Nachteile Trotz all dieser Vorteile hat der analoge Lichtton auch Schwächen. Er besitzt einen schlechten Geräuschspannungsabstand, welcher u.a. von der entropischen Verteilung des Lichtkornes im Filmmaterial herrührt.[3] Außerdem ist der analoge Lichtton relativ empfindlich gegenüber von Staub und anderen Verunreinigungen, welche die Lichtintensität und somit die daraus resultierende Wechselspannung verfälschen. Beim analogen Lichtton kann aber auch der sog.

[1] SCHMIDT (2005) S. 279
[2] vgl. SCHMIDT (2005) S. 280
[3] vgl. SCHMIDT (2005) S. 280

Donnereffekt auftreten. Der Donnereffekt resultiert aus nichtlinearen Verzerrungen, die dadurch hervorgerufen werden, dass die Auslenkungsspitzen bei hohen Frequenzen aufgrund der Diffusheit des Lichtes zu dicht beieinander liegen. Durch Lasertechnologie kann dieser Effekt und auch der Rauschabstand heute aber schon dahingehend deutlich verringert werden, dass man den Abtastbereich mittels Laser sehr viel schmalbandiger gestalten kann.

Versatz

Die Toninformationen befinden sich bei einem Film nie an der gleichen Position, an der sich das dazugehörige Bild befindet. Um das genauer zu verstehen, muss auf das Transportverfahren von Filmprojektoren etwas näher eingegangen werden. Die Ausleseposition des Bildes ist räumlich von der des Lichttons getrennt. Bild und Ton werden also nicht an der gleichen Stelle des Projektors reproduziert. Auch wird der Filmstreifen anders als beim Magnetton nicht kontinuierlich fortbewegt. Dies gilt sowohl für die Aufnahme, als auch für die Projektion. Der Film wird statt dessen immer ruckweise voranbewegt. Dabei wird immer ein Frame vor das Projektionsfenster bzw. Belichtungsfenster bewegt, kurz stehen gelassen, belichtet bzw. projeziert und weitertransportiert. Diese Technik ist für das menschliche Auge praktisch unsichtbar, da dies mit ca. 24fps geschieht.
Um eine korrekte Tonhöhenwiedergabe ohne Pitching zu gewährleisten, muss aber beim analogen Ton der Fortlauf gleichmäßig erfolgen. Man möge meinen, dass zwischen diesen zwei Medien eine Diskrepanz bestünde, die eine Unterbringung von Bild- *und* Ton- Medien auf *einem* Trägermaterial unmöglich machen würde. Dem ist aber nicht so. Um die ruckhafte Transportbewegung an der Auslesestelle des Lichttons zu kompensieren und um daraus eine gleichförmige Bewegung zu realsieren, wird das Bild dem Ton um 21 Frames verzögert. So hat das Filmmaterial an der Lichttonoptik Spielraum, um kontinuierlich weiterzulaufen, während das Bild vor dem Projektionsfenster stillsteht. Um einen kontinuierlichen Transport für die gesamte Spielzeit des Filmes zu ermöglichen und auch um die räumliche Trennung zwischen Projektionsfenster und Lichttonoptik zu überbrücken, ergibt sich ein Bild/Ton-Delay von eben diesen 21[4] Frames.

3.2 Speicherung

Für die Aufzeichnung wird die Schallinformation als elektrische Signalspannung benötigt. Dazu werden die bereits zuvor beschriebenen Schallwandler (*siehe S.3f,*

[4] lt. SCHMIDT (2005)

Abb. 0.1) benötigt, um aus der mechanischen Wellen eine elektrische Spannung zu erzeugen.

Für beide Typen, sowohl Transversal- als auch Intensitätsschrift wird eine sog. Lichttonkamera verwendet. Dabei wird für das Intensitätsschriftverfahren eine Kamera benutzt, welche eine Schlitzblende / einen Spalt besitzt, der mechanisch mehr oder weniger stark verschlossen wird.[5] Die Blende oder Spiegelsysteme mit gleicher Funktion können elektromechanisch angetrieben werden. Unter Verwendung eines Dreiecks als Abdeckung kann die Bewegungsamplitude deutlich verringert werden und man erhält dadurch die bekannnte Doppelzackenschrift (bilateraler Typ). Hier ist deutlich sichtbar, dass die Signalamplitude proportional zur Blendenbewegung ist.

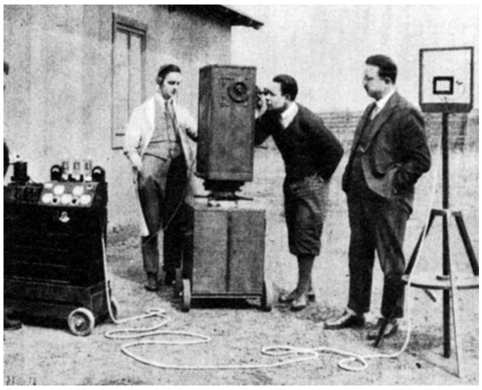


Abb. 3.3: **Tri-Ergon Lichtton-Aufzeichnung, 1922**

Die bisher genannten Verfahren haben es nur ermöglicht, Ton monophon aufzuzeichnen. Für eine stereophone Aufzeichnung wird die Fläche einer Monospur geteilt um darin zwei Monospuren, also eine Stereospur (dual bilateraler Typ) unterzubringen.

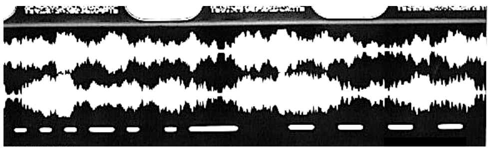


Abb. 3.4: **Lichttonspur, stereo**

Heute (Stand: 2008) kann mit Lasertechnologie eine sehr hohe Lichtintensität erreicht und unter Verwendung von sehr feinkörnigem Tonnegativmaterial ein sehr guter Rauschabstand erzielt werden. Beim Laserverfahren wird ein sehr fein gebündelter Laserstrahl über eine akusto-optische Ablenkeinheit bei 96kHz ausgelenkt. Die Stärke der Auslenkung ist hierbei abhängig von der Amplitude des Audiosignals. Auch hier entsteht die bekannte Doppelzackenschrift.

3.3 Reproduktion

Für die Wiedergabe wird die analoge Lichttonspur über einen Spalt mit konstanter Lichtintensität durchstrahlt. Die durch die Schwärzung des Films veränderliche Lichtdurchlässigkeit wird hierbei von einer Fotozelle registriert. Letztere liefert dadurch eine entsprechende Spannung, die dann mittels einer Audio-Verstärkeranlage (*siehe auch „Schallwandler" und Abb. 0.1 auf S. 3*) hörbar gemacht werden.

[5]vgl. SCHMIDT (2005) S. 279

Bei analogen Stereo-Lichttonspuren wird eine Doppeloptik mit zwei Fotozellen verwendet. Wenn man aber eine Stereo-Lichttonspur mit einer Mono-Optik abtastet, dann erhält man direkt eine Monosumme der beiden Stereokanäle.

Zusammenfassung

Es gibt die unterschiedlichsten Methoden Schall zu „konservieren". Jede Methode hat ihre Tücken, aber auch ihre eigenen Stärken. Aus diesem Grund sind die Anwendungsgebiete auch relativ unterschiedlich. Was in dieser Arbeit behandelt wurde, sind Systeme, welche heute schon fast zur Gänze von digitalen Systemen abgelöst worden sind. Einige konnten sich einen gewissen Kultstatus behalten, wie beispielsweise das analoge Tonband in Tonstudios. Schallplatten sind bei DJs sehr begehrt und analoger Lichtton hat trotz seiner digitalen Konkurrenz seinen festen Platz als Havarieton zwischen Perforation und Frame gefunden. Analog ist also garnicht so „out", als man denkt.

Literaturverzeichnis

OTTO ALTENDORFER. *Medienmanagement.* VS Verlag, 2006. ISBN-3-531-14001-9.

MICHAEL DICKREITER. *Handbuch der Tonstudiotechnik Bd.2.* K.G. Saur Verlag KG, München, 1997. ISBN-3-598-11322-6.

DIETRICH SCHWARZE ERICH STRAANER JOACHIM-FELIX LEONHARD, HANS-WERNER LUDWIG. *Medienwissenschaft: ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen.* Walter de Gruyter, 2001. ISBN-3-11-01-6326-8.

ULRICH SCHMIDT. *Professionelle Videotechnik.* Springer Verlag, 2005. ISBN-3-540-24206-6.

weitere Quellen

- URL: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Optical-film-soundtrack.svg
  verfügbar am 26.02.08 (siehe Abb. 1.3)
- URL: http://www.kinoteam.de/kt/image/allformat1.jpg
  verfügbar am 26.02.08 (siehe Abb. 1.5)
- URL: http://www.medienkunstnetz.de/assets/img/data/3323/bild.jpg
  verfügbar am 26.02.08 (siehe Abb. 1.4)
- URL: http://www.der-moba.de/index.php/Bild:Leitermagnetfeld.png
  verfügbar am 28.02.08 (siehe Abb. 2.1)
- URL: http://www.der-moba.de/index.php/Bild:Spule.png
  verfügbar am 28.02.08 (siehe Abb. 2.1)
- URL:http://www.fh-muenchen.de/fb06/professoren/walz/et/mf_ue_05.gif
  verfügbar am 28.02.08 (siehe Abb. 2.2)
- URL:http://www.useddlt.com/uploads/pics/magnetkopf-prinzip_02.jpg
  verfügbar am 28.02.08 (siehe Abb. 2.2)

Abbildungsverzeichnis

Index

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage dem Institute Leipzig eingereichte Belegarbeit vollkommen selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht habe.

Leipzig, den 29. Feb. 2008

Benjamin E.G. Gruber